

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-077330

(43)Date of publication of application : 20.03.1995

(51)Int.Cl.

F24C 3/12

(21)Application number : 05-220800

(71)Applicant : HARMAN CO LTD

(22)Date of filing : 06.09.1993

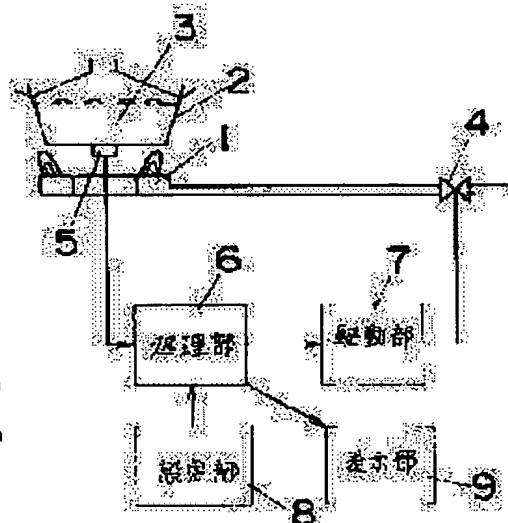
(72)Inventor : AOKI ERIKO  
OBATA NAOKO  
TANAKA CHIE

## (54) HEATING COOKING UTENSIL

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make it possible to display a factual temperature of a cooked article with accuracy by correcting the temperature of the cooked article computed from a temperature correlation formula in conformity with the classification of vessels, the amount of cooked articles and a heated state.

**CONSTITUTION:** A processing unit 6 consists of an arithmetic operation unit, a timer unit and a memory unit. The timer unit measures time required for temperature change in a definite temperature range below a temperature control range and operates so that the memory unit may memorize a temperature correlation formula between the detection temperature of a temperature sensor 5 and the temperature of a cooked article when a reference amount of cooked article is heated under a reference heating condition with a reference vessel. The arithmetic operation processing unit determines a correction value in conformity with the classification of a vessel and the amount of a cooked article and the heating condition based on a difference between the time required for temperature changes in a definite temperature range below a temperature control range when a reference amount of a cooked article is heated under a reference heating condition with a reference vessel and a timer time and corrects the temperature of the cooked article computed from the correlation formula based on the correction value and operates so that the corrected temperature may be displayed on a display unit 9.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## フィードフォワード増幅器の従来技術

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-77330

(24) (44) 公告日 平成7年(1995)8月16日

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 3 F

1/32

9067-5 J

請求項の数 3

(全 10 頁)

(21) 出願番号 特願昭63-23574

(22) 出願日 昭和63年(1988)2月3日

(65) 公開番号 特開平1-198809

(43) 公開日 平成1年(1989)8月10日

(71) 出願人 999999999

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

(71) 出願人 999999999

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

東京都港区虎ノ門2丁目10番1号

(72) 発明者 野島 俊雄

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本

電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 草野 卓

審査官 西村 仁志

(56) 参考文献 特公昭54-24627 (J P, B2)

特公昭54-24628 (J P, B2)

特公昭56-45322 (J P, B2)

(54) 【発明の名称】 フィードフォワード増幅器の自動調整回路

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主増幅器の非線型歪成分を検出する歪検出ループと、その検出した歪成分を補助増幅器を用いて増幅した後主増幅器出力に再び注入することによって歪成分の相殺を行う歪除去ループとを有するフィードフォワード増幅器において、

上記歪検出ループに挿入された第 1 電気的変減衰器及び第 1 電気的変移相器と、

上記歪除去ループに挿入された第 2 電気的変減衰器及び第 2 電気的変移相器と、

上記補助増幅器の出力信号経路の信号レベルを検出するレベル検出手段と、

上記フィードフォワード増幅器出力経路の歪成分のレベルを検出する歪検出手段と、

上記レベル検出手段の検出レベルが最小になるように上

2

記第 1 電気的変減衰器及び上記第 1 電気的変移相器を制御し、かつ上記歪検出手段の検出レベルが最小になるように上記第 2 電気的変減衰器及び上記第 2 電気的変移相器を制御する制御回路とを具備するフィードフォワード増幅器の自動調整回路。

【請求項 2】 上記歪検出手段に代えて、上記歪検出ループに特定周波数のパイロット信号を注入する手段と、上記フィードフォワード増幅器出力経路のパイロット信号を検出する手段とが設けられ、その検出したパイロット信号のレベルが最小になるように上記第 2 電気的変減衰器及び上記第 2 電気的変移相器が上記制御回路により制御されることを特徴とする請求項 1 に記載のフィードフォワード増幅器の自動調整回路。

【請求項 3】 上記レベル検出手段に代えて、上記フィードフォワード増幅器の入力経路に特定周波数のパイロツ

10

3

ト信号を注入する手段と、上記補助増幅器の出力経路のパイロット信号を検出する手段とが設けられ、その検出したパイロット信号のレベルが最小になるように上記第1電気的可変減衰器及び上記第1電気的可変移相器が上記制御回路により制御されることを特徴とする請求項1又は2に記載のフィードフォワード増幅器の自動調整回路。

【発明の詳細な説明】

「産業上の利用分野」

トランジスタや電子管等を用いて高周波帯で線型増幅器を構成する方法の一つにフィードフォワード増幅器構成があるが、これは二つの信号相殺形ループを基本に構成されるため、周囲温度変動等によりループの平衡性が失われると線型性が劣化する基本的問題がある。この発明はフィードフォワード増幅器のループの平衡を自動的に達成する自動調整回路に関するものである。

「従来の技術」

フィードフォワード増幅器の基本構成を第5図に示す。フィードフォワード増幅器は基本的に二つの信号相殺形ループより構成される。一つは歪検出ループ11であり、他の一つは歪除去ループ12である。歪検出ループ11は主増幅器信号経路13と線型信号経路14とから構成され、また歪除去ループ12は主増幅器出力信号経路15と歪注入経路16とから構成される。さらに主増幅器信号経路13は主増幅器17から構成され、線形信号経路14は可変減衰器18と可変遅延線路19とから構成される。主増幅器主信号経路15は伝送線路からなり、歪注入経路16は可変減衰器21と可変遅延線路22と補助増幅器23とから構成される。ここで特性的に大きな違いが生ずることがないので、可変減衰器18と可変遅延線路19とは、両方共またはいずれか一方だけの形で、主増幅器信号経路13に具備される場合もある。同様に可変減衰器21と可変遅延線路22は、場合によっては主増幅器出力信号経路15に具備されることもある。また電力分配器24と電力合成器25及び26はトランス回路、ハイブリッド回路等で構成した単純な無損失電力分配器・電力合成器である。まずこの動作について説明する。

入力端子27に印加された入力信号は、まず電力分配器24により経路13と経路14とに分配された後、合成器25により電力合成される。ここで可変減衰器18及び可変遅延線路19は、合成器25の経路16の側に出力される二つの経路13と14との信号成分に関して互いに振幅、遅延量が等しくかつ位相が逆相となるように調整される。但し、逆相の条件は分配器24もしくは合成器25における入出力端子間の移相量を適当に設定することにより実現するか、もしくは主増幅器17での位相反転を利用するか、もしくは第6図に示すようにサーキュレータ28の一つの端子に短絡終端29を具備した位相反転回路を13か14かのいずれかの経路に挿入することにより実現する。このように歪検出ループ11は構成されているから、合成器25の経路16の

(2)

特公平7-77330

4

側の出力として、結局二つの経路13と14との二つの信号の差成分が検出されることになる。この差の成分は、まさに主増幅器17が発生する歪成分そのものであり、このことからこのループは歪検出ループと呼ばれる。

さて次に可変減衰器21と可変遅延線路22は、経路13についての合成器25の入力端子25aから合成器26の出力端子31までの二つの経路15と16との伝達関数が、互いに振幅、遅延量に関して等しくかつ位相に関して逆相となるように調整される。ここで経路16の入力信号は、歪検出ループ11で検出された主増幅器17の歪成分であるから、経路16は電力合成器26の出力端子31において、主増幅器17の出力信号に歪成分を逆相等振幅で注入することになり、結局、回路全体の出力における歪成分の相殺が実現される。

以上がフィードフォワード増幅器構成の理想的な動作である。動作原理を簡略的に述べれば、主増幅器17の発生する歪成分を歪検出ループ11で検出した後、補助増幅器23でそのレベルを増大し、歪除去ループ12により逆相等振幅で主増幅器出力に再注入することによって歪を抑圧し、線型性の高い増幅器を実現するものである。

第7図に示すスペクトラム図は、等振幅2信号を入力した場合のフィードフォワード構成素子各点におけるスペクトラム例を表すものである。まず第7図Aは主増幅器17の出力スペクトラムである。図中 $f_1$ ,  $f_2$ は入力信号が線型増幅された基本波出力成分であり、 $2f_1 - f_2$ と $2f_2 - f_1$ は3次相互変調歪成分、 $3f_1 - 2f_2$ と $3f_2 - 2f_1$ は5次相互変調歪成分である。次に第7図Bは歪検出ループ11の出力スペクトラムであり、基本波成分が十分抑圧された歪成分が得られている状態を示す。さらに第7図Cは補助増幅器23の理想的な出力スペクトラムであり、検出された歪成分が線型増幅された状態を示す。この第7図Cに示す歪成分が歪除去ループ12で主増幅器出力に注入され、第7図Aの歪成分の相殺が達成され、第7図Dに示すように主増幅器が発生した歪成分の存在しない線型出力が得られる。

「発明が解決しようとする課題」

以上が理想的なフィードフォワード増幅器の動作であるが、実際には二つのループの平衡性を完全にすることは容易ではなく、また仮に初期設定が完全であっても周囲温度等の変動によって増幅器の特性が変動するために時間的に安定して良好な平衡性を維持することは通常極めて困難である。第8図はループを構成する二つの経路の振幅と位相が等振幅逆相条件からずれた偏差量と信号の圧縮量との関係を計算した結果である。図から例えば30dB以上の圧縮量を得るためには位相及び振幅の偏差がそれぞれ $\pm 2^\circ$ 以内及び $\pm 0.3\text{dB}$ 以内であることが必要であり、二つの経路の伝送特性の平衡度及び調整の完全性について厳しい条件が要求されることがよく分かる。歪検出ループ11の平衡性が劣化すると補助増幅器23の入力に歪成分よりも大きなレベルで主信号が相加するために

5

不要な歪を発生させ、また歪除去ループ12の平衡性が劣化すると圧縮量の劣化した分フィードフォワード増幅器としての歪改善量を劣化させる。このように従来のフィードフォワード増幅器では、ループの安定性が十分でなかったために良好な線型増幅器を実現できない基本的な欠点があった。

この発明の目的は、このようなフィードフォワード増幅器の特性の不安定性を解決する自動調整回路を提供することにある。

#### 「課題を解決するための手段」

この発明によれば、主増幅器の非線型歪成分を検出する歪検出ループと、その検出した歪成分を補助増幅器を用いて増幅した後主増幅器出力に再び注入することによって歪成分の相殺を行う歪除去ループとを有するフィードフォワード増幅器において、歪検出ループに第1電気的可変減衰器及び第1電気的可変移相器が挿入され、歪除去ループに第2電気的可変減衰器及び第2電気的可変移相器が挿入され、補助増幅器の信号経路に信号レベルを検出するレベル検出手段が設けられ、フィードフォワード増幅器出力経路に歪成分のレベルを検出する歪検出手段が設けられ、レベル検出手段の検出レベルが最小になるように第1電気的可変減衰器及び第1電気的可変移相器が制御回路で制御され、かつ歪検出手段の検出レベルが最小になるように第2電気的可変減衰器及び第2電気的可変移相器が制御回路で制御される。

歪検出手段に代えて、歪検出ループに特定周波数のパイロット信号を注入する手段が設けられ、かつフィードフォワード増幅器出力経路にパイロット信号を検出する手段が設けられ、その検出したパイロット信号のレベルが最小になるように第2電気的可変減衰器及び第2電気的可変移相器が制御回路により制御される。

レベル検出手段に代え、フィードフォワード増幅器の入力経路に特定周波数のパイロット信号を注入する手段が設けられ、かつ補助増幅器出力経路にパイロット信号を検出する手段が設けられ、その検出したパイロット信号のレベルが最小になるように第1電気的可変減衰器及び第1電気的可変移相器が制御回路により制御される。

#### 「作用」

フィードフォワード増幅器の二つのループの信号相殺条件の不完全性に起因して生じる残留信号成分がレベル検出手段、歪検出手段、又はパイロット信号検出手段により検出され、これらの検出レベルを監視しつつ、それが最小値をとるようにループの伝送特性が自動調整される。

#### 「実施例」

第1図はこの発明の実施例を示し、第5図と対応する部分には同一符号を付けてある。歪検出ループ11の線形信号線路14に電気的に調整可能な可変減衰器33と電気的に調整可能な可変移相器（可変遅延線路でもよい）34とが挿入される。歪除去ループ12の歪注入経路16に電気的に

(3)

特公平7-77330

6

調整可能な可変減衰器35と電気的に調整可能な可変移相器36とが挿入される。これらはPINダイオードとバラクタダイオードとを用いて容易に構成でき、市販の製品も利用できる。補助増幅器23の出力経路に方向性結合器37を介してレベル検出器38が結合される。フィードフォワード増幅器出力経路に方向性結合器41を介して歪検出器42が結合される。レベル検出器38、歪検出器42の各出力が制御回路43に入力され、制御回路43は可変減衰器33、35、可変移相器34、36を制御する。

- 10 レベル検出器38は入力信号の全電力レベルを検出するように構成する場合と、入力信号の特定の周波数成分のみのレベルを検出するような、周波数変換器と狭帯域フィルタ及び検波器を具備した選択レベル計のように構成する場合とがある。また歪検出器42は選択レベル計で構成され、主増幅器17が発生した歪成分のうち、本来の信号の占有周波数の隙間もしくは帯域外に落ち込む成分のレベルを検出する機能を有する。制御回路43は基本回路としてのA/D変換器、マイクロプロセッサ、D/A変換器から構成され、レベル検出器38及び歪検出器42からの入力信号を監視しつつ、可変減衰器33、35及び可変移相器34、36
- 20 の設定点を調整する機能を有する。

この調整制御動作は次のようになる。まず最初にフィードフォワード増幅器に信号を入力する。入力信号としては、例えば周波数が特定した幾つかの連続信号の組み合わせを用いる。この時レベル検出器38は、歪検出ループ11で抑圧しきれなかった信号を含む主増幅器の歪成分を検出する。ここで選択レベル計でレベル検出器38を構成した場合には、選択周波数を前記連続信号に設定しておくことにより、歪検出ループ11で抑圧しきれなかった信号のレベルのみを検出できる。制御回路43は、レベル検出器38の出力が最小値をとるように可変減衰器33と可変移相器34との設定点を調整する。この制御法としては、例えば設定点を僅かずつステップ的に変化させ、レベル検出器38の出力が最小となる点を検出した後その点の制御電圧を保持する方法が適用できる。これにより補助増幅器23の出力が最小となる条件、すなわち歪検出ループ11の抑圧量が最大となる状態を実現できる。なおレベル検出器38で歪成分をも検出しても、可変減衰器33、可変移相器34で制御されるのは信号成分のみであり、レベル

40 検出器38で一定レベルの歪成分を加えた状態でこれが最小になるように調整することになる。

次に、歪検出器42はフィードフォワード増幅器出力中の、本来の信号の占有周波数の隙間もしくは帯域外に落ち込む残留歪成分を検出するから、この歪検出レベルについて最小値をとるように可変減衰器35、可変移相器36について歪検出ループの制御と同様な制御を実行することにより、歪除去ループ12の抑圧量が最小となる状態を実現できる。

以上の二つの制御を常時または間欠的に実行することにより、フィードフォワード増幅器の最適動作条件を実現

50

7

できる。またこの説明では、制御実行時の入力信号として、周波数の特定した連続波の組み合わせを用いるとしたが、例えば自動車電話の基地局送信信号のように、周波数の特定したチャネル信号を常時含むものがあり、そのような場合には実際の送信信号を制御用信号として直接用いることができる。

第2図はこの発明の他の実施例を示す。周波数の特定したパイロット信号を発生するための周波数シンセサイザ等の発振器44が方向性結合器45を介して主増幅器17の出力側に結合される。方向性結合器41には同期検波回路46が結合され、同期検波回路46はミキサ47、低域ろ波器48及び直流増幅器40から構成され、発振器44からのローカル信号で同期検波することによりフィードフォワード増幅器出力信号中のパイロット信号レベルを高感度に検出することができる。同期検波回路46の機能はパイロット信号レベルを高感度に検出することであり、同期検波回路の他にも選択レベル計を用いることもできる。

さてこの回路の動作は、第1図の場合と同様に信号が入力されるとまずレベル検出器38が補助増幅器出力全電力レベルもしくは特定の周波数成分の信号レベルを検出する。このレベルが最小となるように制御回路43は前述における制御動作と同様にして電気的可変減衰器33と電気的可変移相器34との設定点を調整し、歪検出ループ11の動作について、これを構成する二つの経路の伝送特性が互いに等振幅、逆位相となる所望の平衡状態になるようにする。次に制御回路43は同期検波回路46の出力レベルが最小値をとるように同様に電気的可変減衰器35と電気的可変移相器36の設定点を調整する。これは主増幅器17がパイロット信号と同一成分の歪を発生したと見なせるからこの制御が有効であり、歪除去ループ12についてこれを構成する二つの経路の伝送特性が互いに等振幅、逆位相となる所望の平衡状態を実現することになる。この結果二つのループの最適調整点が自動的に設定され、線型性の良好なフィードフォワード増幅動作が実現される。特に歪除去ループ12を自動調整するに際して、前記したように周波数の特定したパイロット信号の狭帯域検波出力を利用する高感度検波を行っているため、主増幅器17の歪電力レベルより低レベルのパイロット信号を利用することができる。従って本来の信号成分の周波数スペクトラムの間隙や帯域外に前記パイロット周波数を配置することにより、信号に影響を与えることなく制御を

(4)

特公平7-77330

8

実行することができる。

第3図に示すようにパイロット発振器44とパイロット信号を注入する方向性結合器45を線形信号経路14に挿入してもよい。

第4図にこの発明の更に他の実施例を示す。この実施例では第3図の構成にさらにフィードフォワード増幅器入力経路にパイロット注入用の方向性結合器51が挿入され、更に信号切り換え器52, 53が新たに設けられている。切り換え器52, 53は発振器44と同期検波回路46を共用するために用いるもので、それぞれ別にもう一系統設けた場合には不要となる。切り換え器52と53が実線の如く接続された場合は、動作は第3図におけるものと同様であり、歪除去ループ11の自動調整を実行できる。また切り換え器52, 53が破線の如く接続された場合は、方向性結合器51で注入されたパイロットについて方向性結合器37で分岐出力し、同期検波回路46でレベル検出を行う。このようにして検出されるパイロットは、歪検出ループ11の二つの経路13, 14の等振幅逆相条件からのずれによって生ずる、本来完全に抑圧されるべき信号成分と同じ性質を有する。従ってこの検出レベルが最小となるような可変減衰器33と可変移相器34の調整点を検出しその状態にそれらを設定することにより、歪検出ループ11の不均衡に起因する残留信号成分を良好に低減することが可能となりループの最適動作状態を実現できる。

「発明の効果」

以上説明したようにこの発明により、温度変化、電源変動等によって生じるフィードフォワード増幅器の特性劣化を救済することが可能となるから、無線通信、放送等における送信用高出力増幅器はもとより有線通信中継器、オーディオ機器等の実用的な線型増幅器としてフィードフォワード増幅器を広範に適用することが可能となる。

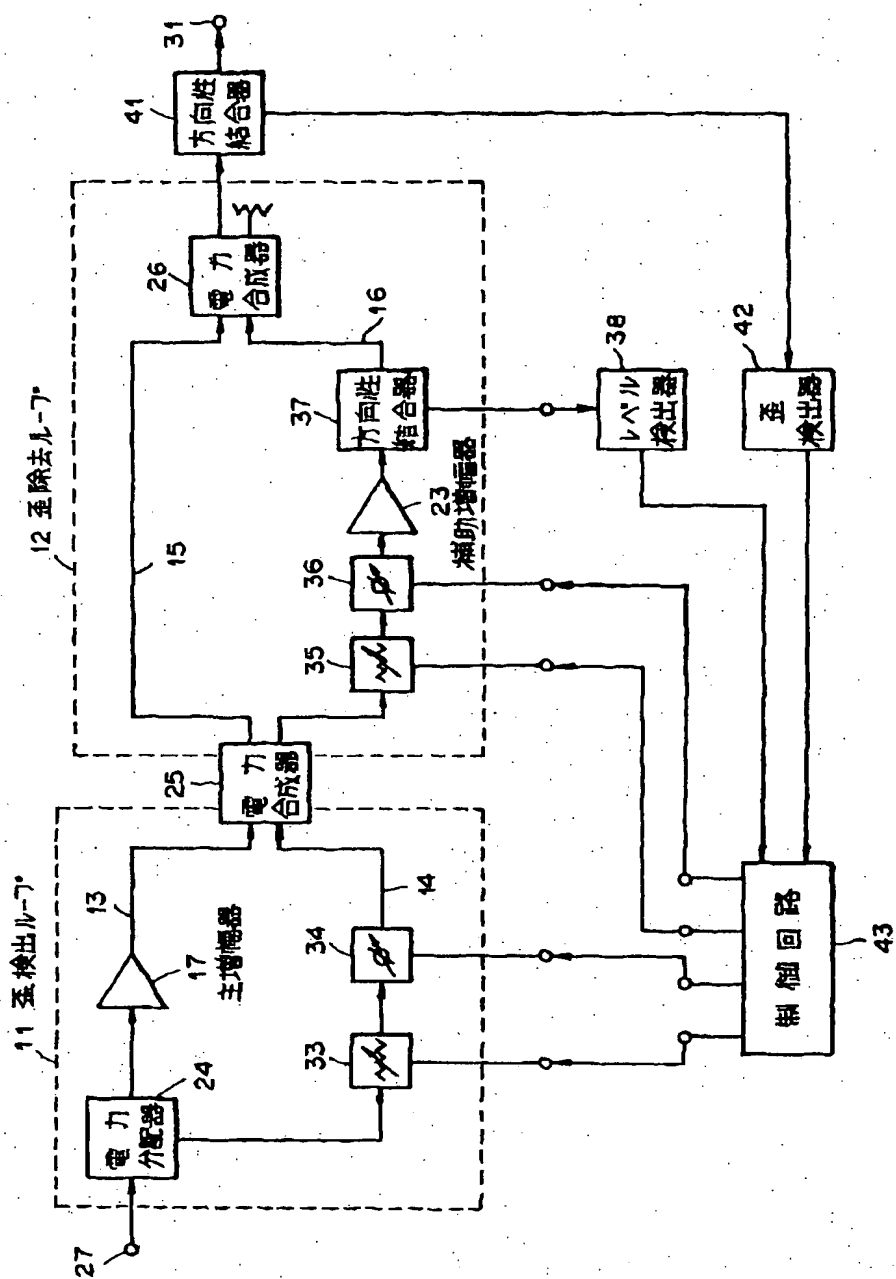
【図面の簡単な説明】

第1図はこの発明の実施例を示すブロック図、第2図乃至第4図はそれぞれこの発明の他の実施例を示すブロック図、第5図はフィードフォワード増幅器を示すブロック図、第6図はサーキュレータを用いた位相反転回路を示す図、第7図はフィードフォワード増幅器の動作原理を説明するための信号スペクトラム図、第8図はループの振幅、位相不平衡度と圧縮量の計算例を示す図である。

(5)

特公平7-77330

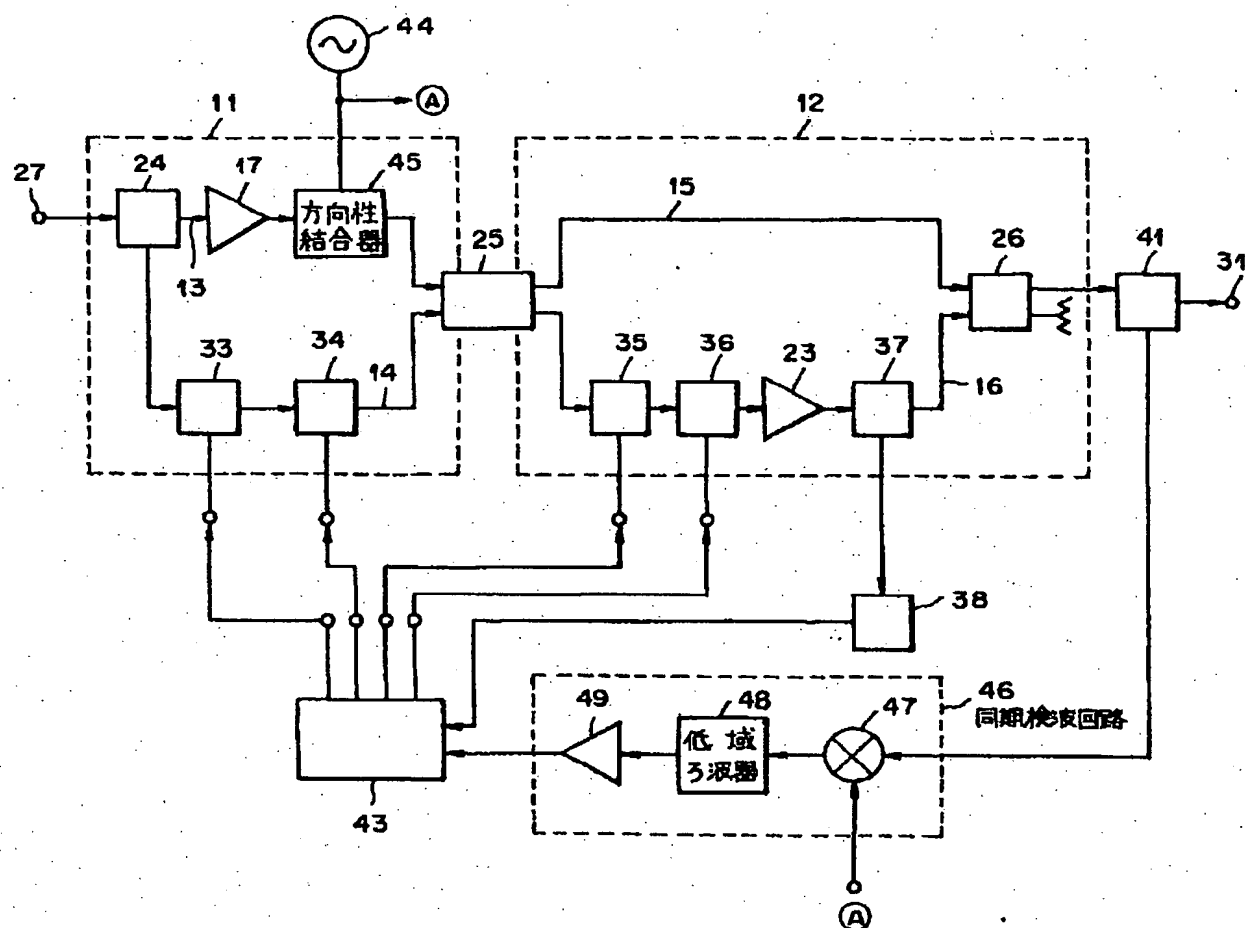
【第1図】



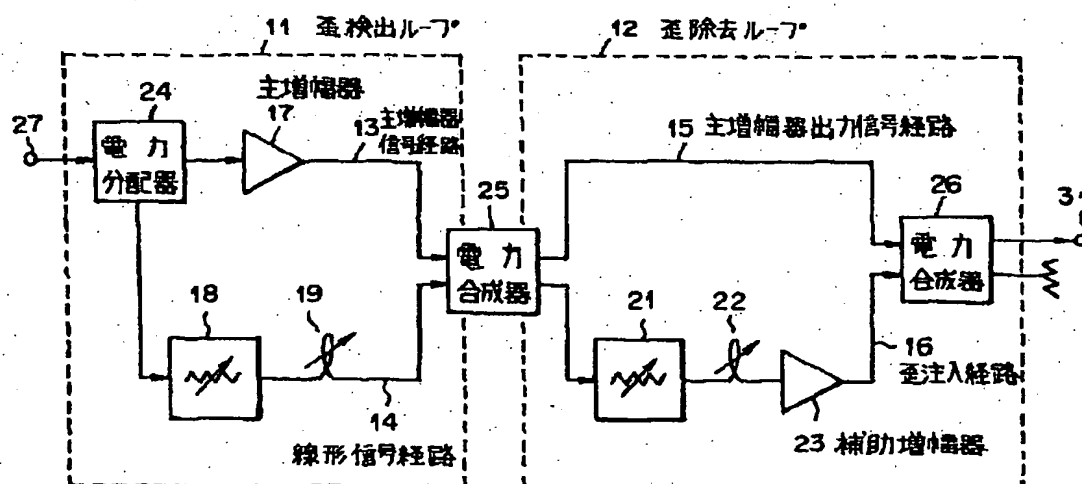
(6)

特公平 7-77330

【第2図】



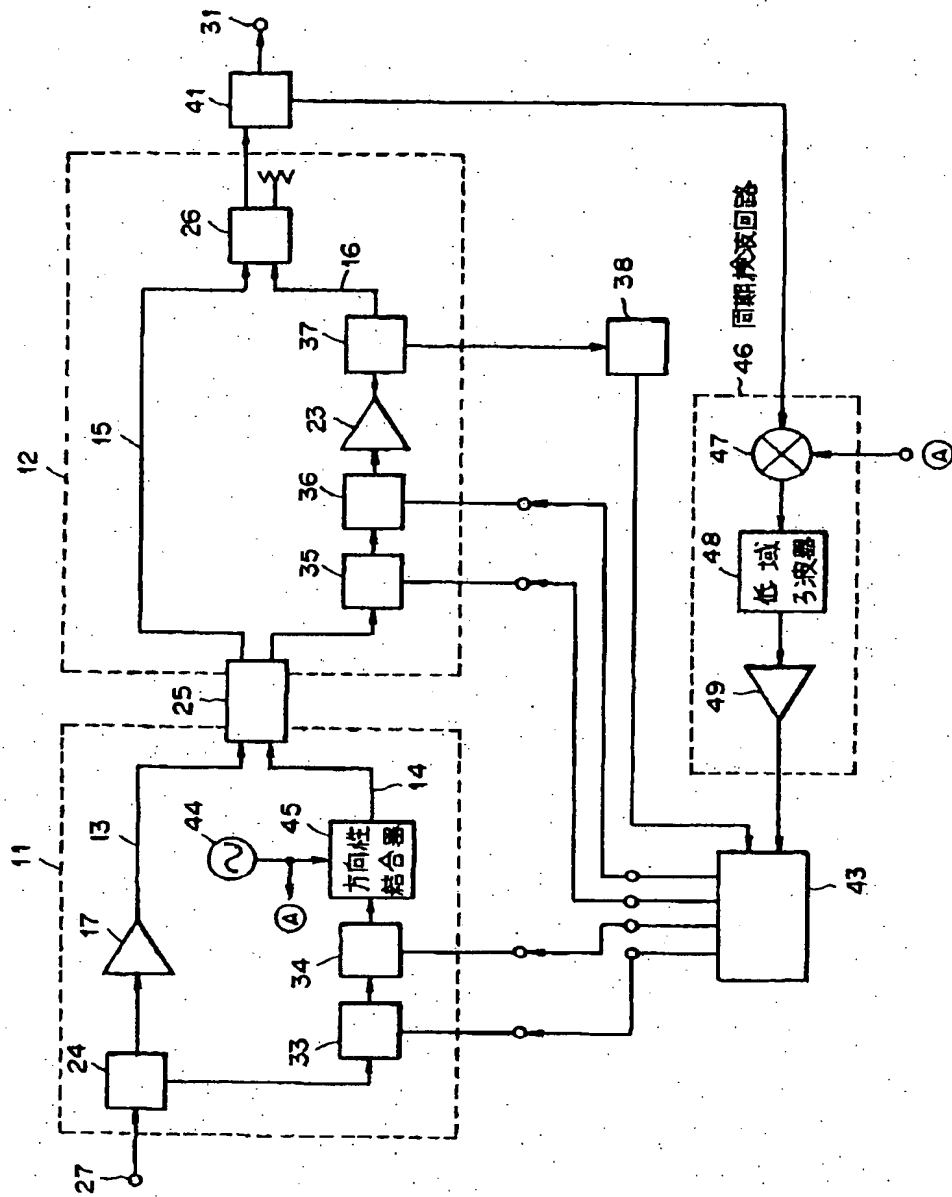
【第5図】



(7)

特公平7-77330

【第3図】



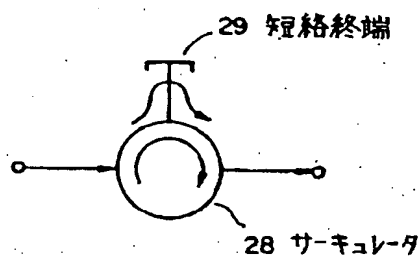




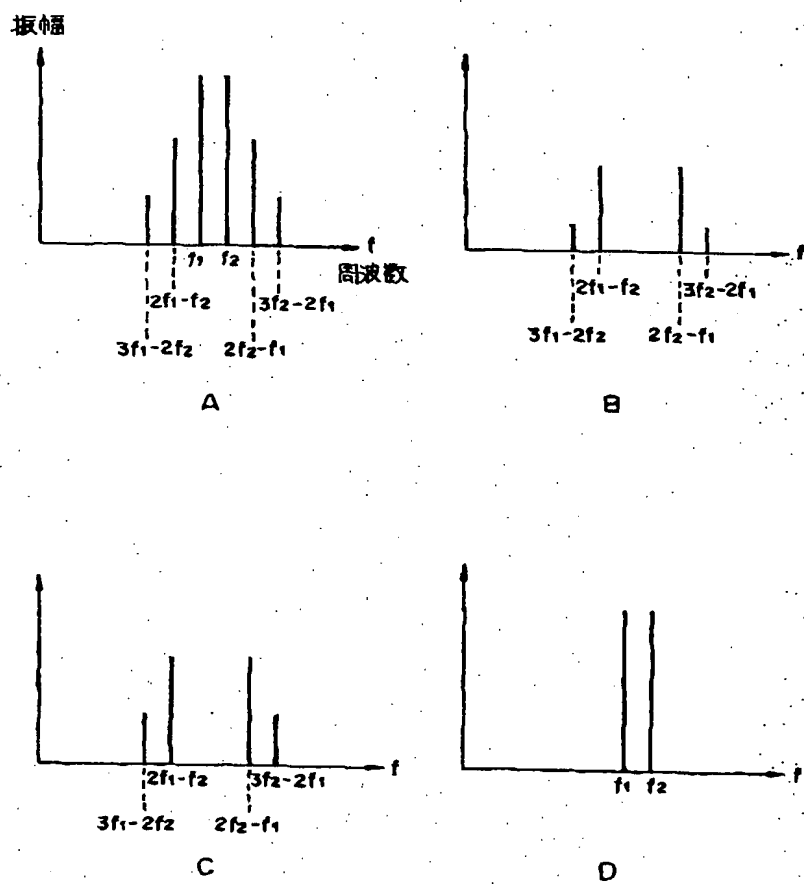
(9)

特公平7-77330

【第6図】



【第7図】



(10)

特公平7-77330

【第8図】

